

**ACTUATOR CONTROLLER**

Patent Number: JP9198108  
Publication date: 1997-07-31  
Inventor(s): MURATA MASAHIRO  
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP  
Requested Patent: ☐ JP9198108  
Application Number: JP19960004660 19960116  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G05B13/02; B60G17/015; G05D19/02  
EC Classification:  
Equivalents: JP3183141B2

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve control efficiency in actuator control using genetic algorithm (GA).

**SOLUTION:** A shock absorber 10 is controlled by an actuator 16. The attenuating coefficient of the absorber 10 to be controlled by the actuator 16 is calculated by using GA by a control means 22. The control means 22 generates the control parameter system of a new generation by means of GA and judges the direction of present control based on the power spectrum of acceleration 24 on a spring. When control in the direction of raising attenuating force is judged to be necessary as attenuating force is short in present control, and a new control parameter system generated based on GA does not exist in the direction of raising attenuating force. The trial and evaluation through the use of the new generation is prohibited, thereby prohibiting unnecessary trial to improve control efficiency.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-198108

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

| (51) Int.Cl. <sup>9</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I            | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|----------------|--------|
| G 0 5 B 13/02             |      |        | G 0 5 B 13/02  | Z      |
|                           |      |        |                | A      |
| B 6 0 G 17/015            |      |        | B 6 0 G 17/015 | A      |
| G 0 5 D 19/02             |      |        | G 0 5 D 19/02  | D      |

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-4660

(22) 出願日 平成8年(1996)1月16日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 村田 正博

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

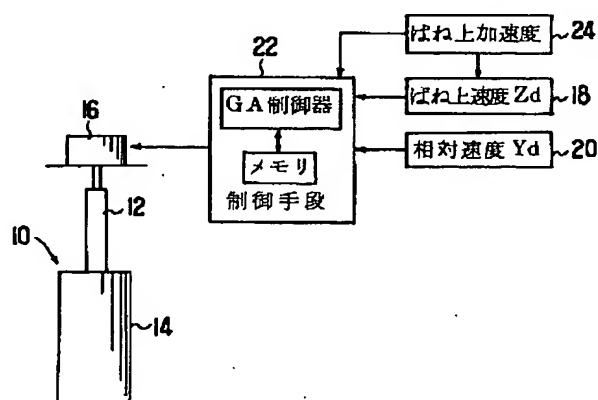
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 アクチュエータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 遺伝的アルゴリズム (G A) を用いたアクチュエータ制御において、制御効率を向上させる。

【解決手段】 ショックアブソーバ10をアクチュエータ16で制御する。アクチュエータ16が制御すべきアブソーバ10の減衰係数は、制御手段22によりG Aを用いて算出される。制御手段22は、G Aにより新世代の制御パラメータ系を生成するとともに、現在の制御の方向をばね上加速度的パワースペクトルに基づいて判定する。現在の制御が減衰力不足であるため減衰力を上げる方向の制御が必要と判定した場合には、G Aに基づいて生成された新たな制御パラメータ系が減衰力を上げる方向になれば、その新世代を用いた制御の試行及び評価を禁止する。これにより、新世代の不要な試行を禁止し、制御効率を上げることが出来る。



( 2 )

特開平 9-198108

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 制御パラメータ系を用いてアクチュエータ制御を実行した場合の制御の良否を定量評価する評価手段と、

前記制御パラメータ系を新たな制御パラメータ系に変更する変更手段と、

変更前と変更後の制御パラメータ系の評価値を比較し、より良い評価値を有する制御パラメータ系を選択する選択手段と、

を有するアクチュエータ制御装置において、

アクチュエータを制御すべき方向を判定する制御方向判定手段と、

この制御方向判定手段により現在の制御パラメータ系による制御が所定の許容範囲内にあると判定された場合には、前記新たな制御パラメータ系を用いたアクチュエータ制御及び評価を禁止する制御手段と、

を有することを特徴とするアクチュエータ制御装置。

【請求項 2】 制御パラメータ系を用いてアクチュエータ制御を実行した場合の制御の良否を定量評価する評価手段と、

前記制御パラメータ系を新たな制御パラメータ系に変更する変更手段と、

変更前と変更後の制御パラメータ系の評価値を比較し、より良い評価値を有する制御パラメータ系を選択する選択手段と、

を有するアクチュエータ制御装置において、

アクチュエータを制御すべき方向を判定する制御方向判定手段と、

前記新たな制御パラメータの制御の方向が、前記制御方向判定手段で判定された制御の方向と一致しない場合には、前記新たな制御パラメータ系を用いたアクチュエータ制御及び評価を禁止する制御手段と、

を有することを特徴とするアクチュエータ制御装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載のアクチュエータ制御装置において、

前記制御手段は、前記新たな制御パラメータをさらに新たな制御パラメータ系に変更するよう前記変更手段を制御することを特徴とするアクチュエータ制御装置。

【請求項 4】 請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 記載のアクチュエータ制御装置において、

前記アクチュエータは車両のサスペンション減衰力制御用アクチュエータであり、前記制御パラメータ系は減衰係数であることを特徴とするアクチュエータ制御装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載のアクチュエータ制御装置において、

前記制御方向判定手段は、サスペンションのばね上加速度のエネルギー Spektral に基づいて制御の方向を判定することを特徴とするアクチュエータ制御装置。

【請求項 6】 請求項 4 記載のアクチュエータ制御装置において、

前記評価手段は、サスペンションのばね上加速度の積分値に基づいて良否を評価することを特徴とするアクチュエータ制御装置。

【請求項 7】 制御パラメータ系を用いてアクチュエータ制御を実行した場合の制御の良否を定量評価する評価手段と、

前記制御パラメータ系を新たな制御パラメータ系に変更する変更手段と、

変更前と変更後の制御パラメータ系の評価値を比較し、より良い評価値を有する制御パラメータ系を選択する選択手段と、

を有するアクチュエータ制御装置において、

現在の制御パラメータ系の評価値が所定の許容範囲内にあると判定された場合には、前記新たな制御パラメータ系を用いたアクチュエータ制御及び評価を禁止する制御手段と、

を有することを特徴とするアクチュエータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、アクチュエータ制御装置、特に複数の制御パラメータを用い状況に応じてアクチュエータを最適に制御する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、自動車等の車両のサスペンションに組み込まれるショックアブソーバの減衰係数を調整する技術が提案されている。例えば、本願出願人が先に提案した特開平 5-294122 号公報には、スカイフックダンパ理論に基づきスカイフック減衰係数を  $C$ 、ばね上の上下方向の速度を  $Zd$  とし、ばね上とばね下との間の上下方向の相対速度を  $Yd$  としてショックアブソーバの実減衰係数  $C^*$  を  $C \cdot Zd / Yd$  に応じて制御する装置において、路面からの振動入力成分に基づいて減衰係数を補正することが開示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このように、減衰係数を固定値でなく可変とすることにより、ある程度路面状況変化に対応することができるが、ショックアブソーバの減衰力を全ての路面に対して最適に設定することは困難である。特に、アブソーバ等の機械部分は経時劣化によりその特性が変化するため、同一路面状況でもある減衰係数が必ずしも最適であり続けるわけではなく、特性変化が予測困難であることを考えると減衰係数の補正のみでは調整は容易でない。

【0004】 そこで、最近、遺伝的アルゴリズム（以下 GA という）を用いて減衰力制御の制御パラメータを調整することが考えられている。GA とは、生物進化から類推した最適解の探索方法であり、一般に以下の処理工程を経て行われるものである。

## 【0005】 (1) 初期集団の生成

(2) 終了条件が満たされるまで以下のループ処理を行

(3)

特開平9-198108

3

4

う

i) 適応度評価

i i) 選択

i i i) 交叉や突然変異による新世代生成

このように制御パラメータを順次生成し、その評価を行って優れた評価値を有する制御パラメータのみを残すことにより、応答性は若干劣るものの路面状況及び経時変化によらず最適の解を見いだすことができる。

【0006】しかし、このようなGAを用いてサスペンションの減衰力制御を行う場合には、所定時間毎に常に制御パラメータの新世代を生成し、そして生成した新世代を評価しなければならないので、現在使用している制御パラメータで十分満足できるレベルの制御効果が得られているにもかかわらず、新たな制御パラメータを生成してその評価を行なうため、制御効率が低い問題があった。また、現在の減衰力の過不足から判断すると、本来減衰力を下げる必要があるにもかかわらず、減衰力を上げる新たな制御パラメータを生成して評価を行ってしまう場合もあった。

【0007】本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑み20  
みなされたものであり、環境変化や経時劣化に対応でき、かつ、効率良く最適な制御パラメータを設定してサスペンション制御アクチュエータ等の各種アクチュエータを制御できるアクチュエータ制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明は、制御パラメータ系を用いてアクチュエータ制御を実行した場合の制御の良否を定量評価する評価手段と、前記制御パラメータ系を新たな制御パラメータ系に変更する変更手段と、変更前と変更後の制御パラメータ系の評価値を比較し、より良い評価値を有する制御パラメータ系を選択する選択手段とを有するアクチュエータ制御装置において、アクチュエータを制御すべき方向を判定する制御方向判定手段と、この制御方向判定手段により現在の制御パラメータ系による制御が所定の許容範囲内にあると判定された場合には、前記新たな制御パラメータ系を用いたアクチュエータ制御及び評価を禁止する制御手段とを有することを特徴とする。

【0009】また、上記目的を達成するために、第2の発明は、制御パラメータ系を用いてアクチュエータ制御を実行した場合の制御の良否を定量評価する評価手段と、前記制御パラメータ系を新たな制御パラメータ系に変更する変更手段と、変更前と変更後の制御パラメータ系の評価値を比較し、より良い評価値を有する制御パラメータ系を選択する選択手段とを有するアクチュエータ制御装置において、アクチュエータを制御すべき方向を判定する制御方向判定手段と、前記新たな制御パラメータの制御の方向が、前記制御方向判定手段で判定された制御の方向と一致しない場合には、前記新たな制御パラ

メータ系を用いたアクチュエータ制御及び評価を禁止する制御手段とを有することを特徴とする。

【0010】また、上記目的を達成するために、第3の発明は、第2の発明において、前記制御手段は、前記新たな制御パラメータをさらに新たな制御パラメータ系に変更するよう前記変更手段を制御することを特徴とする。

【0011】また、上記目的を達成するために、第4の発明は、第1または第2または第3の発明において、前記アクチュエータは車両のサスペンション減衰力制御用アクチュエータであり、前記制御パラメータ系は減衰係数であることを特徴とする。

【0012】また、上記目的を達成するために、第5の発明は、第4の発明において、前記制御方向判定手段は、サスペンションのばね上加速度のエネルギスペクトルに基づいて制御の方向を判定することを特徴とする。

【0013】また、上記目的を達成するために、第6の発明は、第4の発明において、前記評価手段は、サスペンションのばね上加速度の積分値に基づいて良否を評価することを特徴とする。

【0014】さらに、上記目的を達成するために、第7の発明は、制御パラメータ系を用いてアクチュエータ制御を実行した場合の制御の良否を定量評価する評価手段と、前記制御パラメータ系を新たな制御パラメータ系に変更する変更手段と、変更前と変更後の制御パラメータ系の評価値を比較し、より良い評価値を有する制御パラメータ系を選択する選択手段とを有するアクチュエータ制御装置において、現在の制御パラメータ系の評価値が所定の許容範囲内にあると判定された場合には、前記新たな制御パラメータ系を用いたアクチュエータ制御及び評価を禁止する制御手段とを有することを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

【0016】図1には本実施形態の構成図が示されている。減衰力可変式のショックアブソーバ10はピストン12と本体14を含んで構成されており、車体に固定された制御用アクチュエータ16により多段的にハード

(減衰力大)からソフト(減衰力小)に切り替えられるようになっている。アクチュエータ16は、スカイフック減衰係数をCとしてばね上速度検出器18により検出されるばね上の上下方向の速度Zd及び相対速度検出器20により検出されるばね上とばね下との間の上下方向の相対速度Ydに基づき、ショックアブソーバ10の実減衰係数C\*がC・Zd/Ydになるように制御手段22で制御される。制御手段22は、GA制御器及びメモリを含んで構成され、GA制御器で後述の新世代生成、評価、選択を行うとともにアクチュエータを制御すべき方向を判定し、メモリに個体群を格納する。GA制御器は、具体的にはCPU、GAプログラム及び制御方向判

(4)

特開平9-198108

5

6

定プログラムを格納したROM、RAM及び入出力インターフェース等で構成される。なお、ばね上速度検出器18は、ばね上加速度検出器24で検出されたばね上加速度を時間積分することにより速度を算出する。また、ばね上加速度自身も制御手段22に供給され、後述するように制御方向の判定処理に用いられる。

【0017】図2には本実施形態において使用されメモリに格納される個体群の一例が示されている。各個体、すなわち制御パラメータ系はCS、C1、C2、・・・、Cnという(n+1)個の制御パラメータから構成10され、CSはスカイフック減衰係数であり、C1、C2、・・・、Cnはアブソーバの各段の減衰係数である。C\*=CS・Zd/Ydにより実減衰係数を求め、この実減衰係数に最も合致する減衰係数をC1、C2、・・・、Cnから選択して制御する構成である。各減衰係数は本実施形態では8ビットで表され、C1が減衰力が最も小さいソフトモードであり、C2、C3、・・・となるに従い減衰力が増大するハードモードとなる。このような個体群は数十個用意され、新世代の制御パラメータ系は、これら個体を適宜交叉あるいは突然変異させる20により生成される。なお、各個体には、それぞれその評価値が与えられており、個体の各制御パラメータとともにその評価値がセットでメモリに格納される。

【0018】図3には制御手段22の処理フローチャートが示されている。まず、初期設定として、前回の評価結果Res(評価演算及び評価結果については後述する)を一旦今回の評価結果とするとともに(S101)、タイマを0にリセットする(S102)。次に、ある制御パラメータ系を用いて実際にスカイフック制御を実行する(S103)。すなわち、ある制御パラメータ系(CS、C1、C2、・・・、Cn)を用いて、まずC\*=CS・Zd/Ydによりアブソーバに要求される実減衰係数C\*を算出し、この実減衰係数C\*に最も近い減衰係数をC1、・・・、Cnの中から選択してアクチュエータ16を駆動する。そして、このようなスカイフック制御が行われている間、制御手段22はROMに格納された制御方向判定プログラムを実行する。この制御方向判定プログラムは、ばね上加速度のエネルギー30スペクトルに基づいて行われる(S104)。

【0019】図9にはばね上加速度のエネルギースペクトルと減衰力の関係が示されている。図において、横軸は周波数を表し、縦軸はばね上加速度のパワースペクトル密度(PSD)を表している。また、図中実線はアブソーバの減衰力が小さい場合のPSDであり、一点鎖線はアブソーバの減衰力が大きい場合のPSDである。減衰力が大きい場合には、ばね上共振点付近[0.2~2Hz]の周波数帯のパワーが低下し、[2~8Hz]の周波数帯のパワーが増大する。一方、減衰力が小さい場合には、[0.2~2Hz]の周波数帯のパワーが増大し、[2~8Hz]のパワーが減少する。このよ40

うに、減衰力の大小によりパワースペクトルが変化するので、本実施形態ではこの事実に着目し、パワースペクトルを検出して特定の周波数帯のパワーの大きさを判定することで、現在の制御が減衰力不足かあるいは減衰力過剰かを判定する。なお、図9においては、周波数が20HzまでのPSDを示しているが、20Hz以上においては、減衰力の大小ではなく、アブソーバの減衰係数の切替頻度によりPSDが大きく変化することとなる。図10には周波数20Hz以上のPSDの様子が示されており、図中実線が切替頻度の多い場合で一点鎖線が切替頻度の少ない場合である。頻繁に減衰係数を切り替える場合には、20Hz以上の周波数領域でパワーが増大することがわかる。そこで、本実施形態では、より快適な乗り心地を実現するために、20Hz以上のパワーの大小も判定して制御の方向を決定している。但し、この20Hz以上のパワーの判定は2次的なものであり、0.2~8Hzのパワーの判定後に行われる。

【0020】再び図3に戻り、上記のように制御の方向を判定するためにPSDを求める処理を行うと(S104)、次に現在使用している個体、すなわち制御パラメータ系の評価を行う評価演算処理に移行する(S105)。この評価演算はGAに必須の処理であり、その個体が優れているか否かを判定するためのものである。この評価演算は種々の方法で行うことができるが、本実施形態では、ばね上加速度の所定時間内の積分値で評価している。すなわち、この積分値が小さい程、制御が優れているとする。これら周波数分析及び評価演算を行うためにタイマを進め(S106)、PSDを求めるのに必要なサンプリング時間C<sub>smp</sub>(0.2Hz~50Hzまで求めるので例えば10秒程度)が経過すると(S107)、制御手段22は求めた現在の個体の評価値をResとしてメモリに格納する。そして、PSDの全エネルギーの総和を算出し(S108)、さらにこの全エネルギーの総和を用いて各周波数帯の割合を求める(S109)。

【0021】図11には全エネルギーの総和を求める処理が示されており、周波数0.2Hz~50HzまでのPSDの積分により総和Σを求めることができる。図中斜線部分が総和である。また、図12には各周波数帯の割合を求める処理が示されており、周波数[0.2~2Hz]のエネルギーの積分値をα、周波数[2~8Hz]のエネルギーの積分値をβ、周波数[20~50Hz]のエネルギーの積分値をγとすると、それぞれを全エネルギーの総和Σで割ることにより、各周波数帯の割合を求めることができる。本実施形態では、これらの割合をそれぞれA(=α/Σ)、B(=β/Σ)、C(=γ/Σ)とする。

【0022】このようにして各周波数帯の割合を求めた後、制御手段22のGA制御器は、個体抹消処理に移行する(S110)。この個体抹消処理は、評価結果の悪50

(5)

特開平9-198108

7

い個体を個体群から削除するものであり、優れた評価結果を有する個体のみを選択的に残す処理である。

【0023】図4にはこの個体抹消処理のフローチャートが示されている。まず、フラグ  $f l a g$  の値が1か否かを判定する (S201)。このフラグ  $f l a g$  は、生成された新世代制御パラメータ系が現在の制御方向に合致しているか否かを識別するためのものであり、後述するように、現在の制御方向に合致すると判定された場合に  $F l a g = 1$  が付与される。従って、 $f l a g$  が1でない、具体的には  $f l a g = 0$  である場合には、新世代は制御を良くするものではないので新世代を抹消する

(S203)。また、 $f l a g = 1$  である場合には、この新世代の評価演算結果は既にS105で求められているので、メモリに格納されている個体群とこの新世代の個体の評価値の大小比較を行って最も評価値の大きい、すなわちばね加速度の積分値が最も大きく制御性が悪いものを抹消する (S202)。これにより、メモリには評価の優れた個体群のみが残されることになる。

【0024】以上のようにして個体抹消処理が終了すると、続いてGAを用いて新世代の個体、すなわち新たな制御パラメータ系を生成する (S111)。この新世代生成は、メモリに格納された優れた評価値を有する個体群を互いに交叉させる (あるいは突然変異させる) ことにより生成される。ここで、交叉とは、例えば個体AのC1が8ビットの (00000010) でC2が (00000110) であり、個体BのC1が (00000011) でC2が (00000101) である場合に、新世代の個体のC1を個体AのC1 (00000010) とし、C2を個体BのC2 (00000101) とすることをいう。

【0025】GAによる新世代の生成が終了すると、次に進化方向の判定処理を実行する (S112)。この進化方向の判定処理とは、S109で求めた各周波数帯の割合、すなわち制御すべき方向に新たに生成された新世代が合致しているか否かを判定するものである。図5、図6、図7及び図8にはこの進化方向判定処理の詳細フローチャートが示されている。まず、図5において、周波数 [0.2~2Hz] における割合Aと所定のしきい値  $C A_{max}$  との大小比較を行う (S301)。このしきい値  $C A_{max}$  は、減衰力不足と判定するためのパワーの割合であり、このしきい値よりも大きい場合には現在の制御は減衰力不足と判定される (図9を参照されたい)。  $A > C A_{max}$  と判定された場合には、次に周波数 [2~8Hz] における割合Bと所定のしきい値  $C B_{max}$  との大小比較を行う (S304)。このしきい値  $C B_{max}$  は、減衰力過剰と判定するためのパワーの割合であり、このしきい値よりも大きい場合には現在の制御は減衰力過剰と判定される (図9参照)。従って、  $B < C B_{max}$  の場合には、減衰力がやはり不足と判定され、次に現在の評価結果  $R e s$  と前回の評価結果  $R e s$

8

Oldに所定値  $C r e s$  を加算した値の大小比較を行う (S305)。この判定は、現在の個体が十分満足できる制御性を有しているか否かを判定するためのものであり、現在の個体の評価値が大きい、すなわち現在の個体では制御が悪いと判定された場合に、制御手段22は現在の制御を減衰力を大きくする方向に制御しなければならないと判定して図6に示す処理に移行する。

【0026】一方、S301、S304、S305のいずれかの処理でNO、すなわちアクチュエータを制御すべき方向が減衰力を大きくする方向でないと判定された場合には、次に上述したしきい値  $C B_{max}$  を用いて減衰力が過剰か否かを判定する (S302)。  $B > C B_{max}$  である場合には、減衰力過剰の可能性があるので、次に  $A < C A_{max}$  であるか否かを判定する (S306)。  $A < C A_{max}$  である場合には、確かに現在の減衰力では過剰と判断できるので、さらにS305と同様に現在の評価値が許容範囲を超えて悪いか否かを判定する (S307)。現在の個体では許容範囲を超えて評価が悪いと判定された場合には、制御手段22は現在の減衰力を小さくする方向に制御しなければならないと判定して図7に示す処理に移行する。

【0027】一方、減衰力不足でも過剰でもなく、また現在の評価値が許容範囲内である場合には、全てS303の処理に移行し、ここでは周波数 [20~50Hz] の割合Cと所定のしきい値  $C C_{max}$  の大小比較が行われる。このしきい値  $C C_{max}$  は、減衰係数の切り替え頻度が多いか少ないかを判定するためのパワーの割合であり、このしきい値よりも大きい場合には切り替え頻度が多いと判定され (図10を参照されたい)、図8に示す処理に移行する。また、頻度が小さいと判定された場合には、そのままこの進化方向判定処理を終了し、図3におけるS113の処理に移行して  $f l a g$  が0にセットされる。この  $f l a g = 0$  は上述したように新世代が制御を良くするものではないことを意味しており、これは、現在の個体による制御で十分満足できる結果が得られており、敢えて新世代を試行する必要がないからである。従って、  $f l a g = 0$  と設定されて再びS101移行の処理を行う場合には、S103におけるスカイフック制御は、S111で生成された新世代でなく、現在の個体を用いて継続して減衰力制御を行うことになる。

【0028】以下、減衰力不足と判定されて制御が減衰力を上げる方向でなければならないと判定された場合 (図6)、減衰力が過剰と判定されて制御が減衰力を下げる方向にしなければならないと判定された場合 (図7)、減衰力が過不足ないが切り替え頻度が多すぎると判定された場合 (図8) に分けてこれらの処理を説明する。

【0029】図6は減衰力を上げる方向の処理フローチャートである。まず、制御手段22は、S111で生成された新世代の個体、すなわち制御パラメータ系をチェ

( 6 )

特開平 9-198108

9

10

ックし、この新世代が減衰力を上げる方向にあるか否かを判定する (S401)。この判定は、新世代の個体の各段の減衰係数  $C_1$ 、 $\dots$ 、 $C_n$  の値で判定することができる。例えば、現在の個体の減衰係数の内、 $C_1$  及び  $C_2$  が実際に用いられたとする。すると、制御手段 22 は、新世代の個体の制御パラメータの内、 $C_1$  及び  $C_2$  の値をチェックし、これらの値が減少しているか否かを判定する。これらの値が減少している場合には、よりハードな減衰係数が選択される割合が多くなるから、結果的に新世代の個体としてはより減衰力を上げる方向にあると判定することができる。このようにして新世代が減衰力を上げる方向にあると判定された場合には、この新世代は制御を良くするための望ましい新世代であることになるから、各制御パラメータをこの新世代に設定し (S402)、 $flag$  を 1 にセットする (S403)。従って、次のスカイフック制御は、この新世代で行われることになる。一方、新世代が減衰力を上げる方向にないと判定された場合には、この新世代は制御の方向と一致しないので採用されず、再び S111 の処理に戻って新たな新世代を生成し直す。これにより、新世代の制御の方向が現在必要とされる制御の方向と一致しない場合でも、この新世代を試行し評価してしまうことを禁止することができる。

【0030】図 7 は減衰力を下げる方向の処理フローチャートである。まず、制御手段 22 は、S111 で生成された新世代の個体、すなわち制御パラメータ系をチェックし、この新世代が減衰力を下げる方向にあるか否かを判定する (S501)。この判定も、新世代の個体の各段の減衰係数  $C_1$ 、 $\dots$ 、 $C_n$  の値で判定することができる。例えば、現在の個体の減衰係数の内、 $C_1$  及び  $C_2$  が実際に用いられたとする。すると、制御手段 22 は、新世代の個体の制御パラメータの内、 $C_1$  及び  $C_2$  の値をチェックし、これらの値が増大しているか否かを判定する。これらの値が増大している場合には、よりソフトな減衰係数が選択される割合が多くなるから、結果的に新世代の個体としてはより減衰力を下げる方向にあると判定することができる。このようにして新世代が減衰力を下げる方向にあると判定された場合には、この新世代は制御を良くするための望ましい新世代であることになるから、各制御パラメータをこの新世代に設定し (S502)、 $flag$  を 1 にセットする (S503)。従って、次のスカイフック制御は、この新世代で行われることになる。一方、新世代が減衰力を下げる方向にないと判定された場合には、この新世代は制御の方向と一致しないので採用されず、再び S111 の処理に戻って新たな新世代を生成し直す。これにより、新世代の制御の方向が現在必要とされる制御の方向と一致しない場合でも、この新世代を試行し評価してしまうことを禁止することができる。

【0031】図 8 は切り替え頻度を少なくする方向の処

理フローチャートである。まず、制御手段 22 は、S111 で生成された新世代の個体、すなわち制御パラメータ系をチェックし、この新世代が切り替え頻度を減少させる方向にあるか否かを判定する (S601)。この判定は、新世代の減衰係数  $C_S$  の値で行うことができる。すなわち、この減衰係数は、 $C^* = C_S \cdot Z_d / Y_d$  から分かるようにゲインとして機能するから、この値が大きい程切り替え頻度は増大することになる。従って、新世代の減衰係数  $C_S$  が現在の減衰係数に比べて減少している場合には、新世代は切り替え頻度を少なくする方向にあると判定できる。このようにして新世代が減衰係数の切り替えの頻度を少なくする方向にあると判定された場合には、各制御パラメータをこの新世代に設定し (S602)、 $flag$  を 1 にセットする (S603)。従って、次のスカイフック制御は、この新世代で行われ、その評価演算がなされることになる。一方、新世代が切り替え頻度を少なくする方向にないと判定された場合には、再び S111 の処理に戻って新たな新世代を生成し直す。

【0032】このように、本実施形態では、ばね上加速度のパワースペクトルに基づいて減衰力の過不足を判定し、このパワースペクトルを所望のスペクトルに設定すべく試行する新世代を予め選別するので、制御性を良くすることにはならない新世代を試行することを確実に防止できる。また、現在の制御性とその評価値から判断して許容範囲内にあると判定された場合にも、新世代を試行しないので、不必要に制御性の効率を低下させることもない。

【0033】なお、本実施形態では、特に車両のサスペンション減衰力制御用のアクチュエータを例にとり説明したが、本発明のポイントは、生成した新世代を試行する前に、その新世代が制御性を良くするのに望ましいものか否かを判定し、望ましくない場合には試行及び評価を禁止すること、及び現在の制御性が許容範囲内にあるときにも新世代の試行及び評価を禁止することにあるので、この発明の要旨の範囲内で任意のアクチュエータに適用できることは言うまでもない。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では新たな制御パラメータ系を用いて一律に制御し、その評価を行うのではなく、現在の制御に必要と考えられる場合のみに新たな制御パラメータ系を用いるので、制御効率を低下させることなく、種々の環境及び経時劣化に対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態の構成図である。

【図 2】 同実施形態の個体群の説明図である。

【図 3】 同実施形態の全体処理フローチャートである。

【図 4】 図 3 における個体抹消処理の詳細フローチャ



( 7 )

特開平9-198108

11

12

ートである。

【図5】 図3における進化方向の判定処理の詳細フローチャートである。

【図6】 減衰力不足の場合の処理フローチャートである。

【図7】 減衰力過剰の場合の処理フローチャートである。

【図8】 切り替え頻度が多い場合の処理フローチャートである。

【図9】 減衰力とPSDとの関係を示すグラフ図である。

【図10】 切り替え頻度とPSDとの関係を示すグラフ図である。

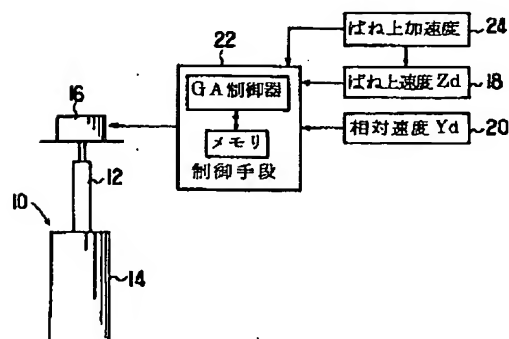
【図11】 全エネルギーの総和を示す説明図である。

【図12】 各周波数帯の割合を示す説明図である。

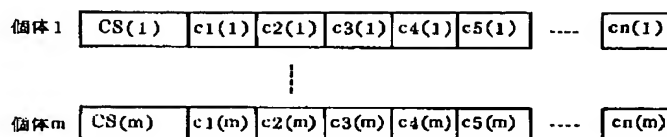
【符号の説明】

10 ショックアブソーバ、16 アクチュエータ、22 制御手段。

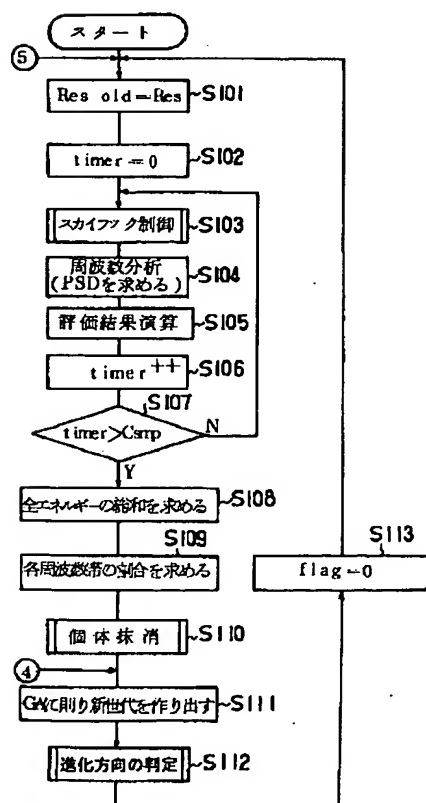
【図1】



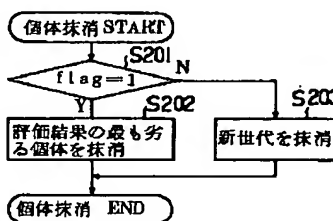
【図2】



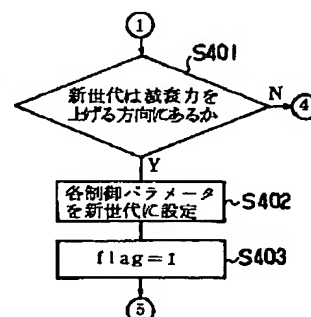
【図3】



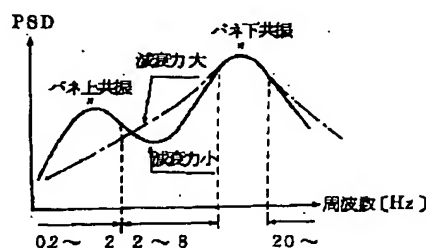
【図4】



【図6】



【図9】



【図11】

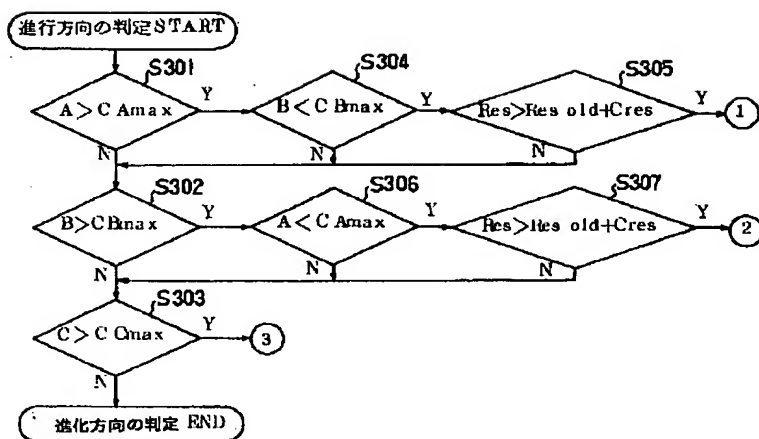




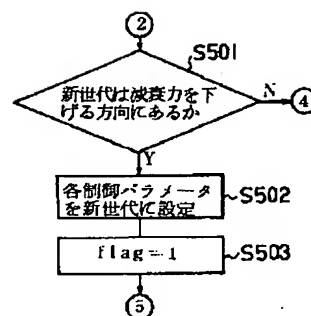
( 8 )

特開平9-198108

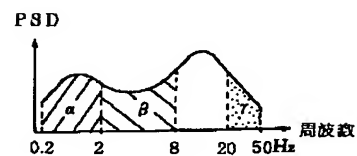
【図5】



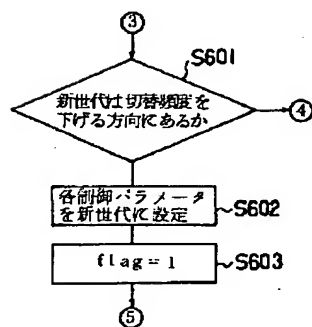
【図7】



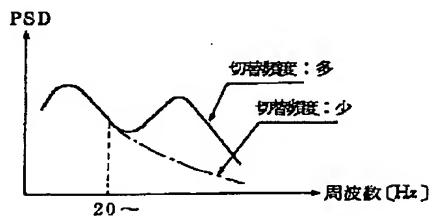
【図12】



【図8】



【図10】



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The evaluation means which carries out quantum evaluation of the quality of control at the time of performing actuator control using a control-parameter system, A modification means to change said control-parameter system into a new control-parameter system, In the actuator control unit which has a selection means to choose the control-parameter system which compares the evaluation value of the control-parameter system modification before and after modification, and has a better evaluation value When judged with control by the current control-parameter system being in predetermined tolerance with a control direction judging means to judge the direction which should control an actuator, and this control direction judging means The actuator control unit characterized by having the control means which forbids the actuator control and evaluation using said new control-parameter system.

[Claim 2] The evaluation means which carries out quantum evaluation of the quality of control at the time of performing actuator control using a control-parameter system, A modification means to change said control-parameter system into a new control-parameter system, In the actuator control unit which has a selection means to choose the control-parameter system which compares the evaluation value of the control-parameter system modification before and after modification, and has a better evaluation value The direction of a control direction judging means to judge the direction which should control an actuator, and said new control of a control parameter The actuator control unit characterized by having the control means which forbids the actuator control and evaluation which used said new control-parameter system in not being in agreement with the direction of the control judged with said control direction judging means.

[Claim 3] It is the actuator control unit characterized by controlling said modification means so that said control means changes said new control parameter into a still newer control-parameter system in an actuator control unit according to claim 2.

[Claim 4] It is the actuator control device which said actuator is an actuator for suspension attenuation force controls of a car, and is characterized by said control-parameter system being a damping coefficient in an actuator control device according to claim 1, 2, or 3.

[Claim 5] It is the actuator control unit characterized by said control direction judging means judging the direction of control in an actuator control unit according to claim 4 based on the energy spectrum of the spring top acceleration of a suspension.

[Claim 6] It is the actuator control unit characterized by said evaluation means evaluating a quality in an actuator control unit according to claim 4 based on the integral value of the spring top acceleration of a suspension.

[Claim 7] The evaluation means which carries out quantum evaluation of the quality of control at the time of performing actuator control using a control-parameter system, A modification means to change said control-parameter system into a new control-parameter system, In the actuator control unit which has a selection means to choose the control-parameter system which compares the evaluation value of the control-parameter system modification before and after modification, and has a better evaluation value The actuator control unit characterized by having the control means which forbids the actuator control and evaluation which used said new control-parameter system when it judges that the evaluation value of a current control-parameter system is in predetermined tolerance.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an actuator control device, especially the equipment which controls an actuator the optimal according to a situation using two or more control parameters.

[0002]

[Description of the Prior Art] The technique of conventionally adjusting the damping coefficient of the shock absorber included in the suspension of cars, such as an automobile, is proposed. for example, to JP,5-294122,A which the applicant for this patent proposed previously It is based on the skyhook damper theory and is  $Z_d$  about the rate of the vertical direction on C and a spring in a skyhook damping coefficient. It carries out. It is  $Y_d$  about the relative velocity of the vertical direction between a spring top and the bottom of a spring. It carries out and they are  $C-Z_d/Y_d$  about real damping coefficient  $C^*$  of a shock absorber. In the equipment responded and controlled, amending a damping coefficient based on the oscillating input component from a road surface is indicated.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, although it can respond to road surface change of a situation to some extent by making a damping coefficient adjustable [ instead of a fixed value ], it is difficult to set up the damping force of a shock absorber the optimal to all road surfaces. If especially machine part, such as an absorber, considers that the damping coefficient which is also in the same road surface situation is not not necessarily the optimal, and does not necessarily continue, and prediction of property change is difficult for it since the property changes with degradation with the passage of time, adjustment is not easy only at amendment of a damping coefficient.

[0004] Then, it considers adjusting the control parameter of an attenuation force control recently using a genetic algorithm (it being called Following GA). GA is the retrieval approach of the optimum solution guessed from the organic evolution, and, generally it is carried out through the following down stream processing.

[0005] (1) the  $i$  which performs the following loop-formation processings until an initial ensemble's generation (2) terminating condition is fulfilled Fitness evaluation ii the new generation generation by selection iii decussation or mutation -- by carrying out sequential generation of the control parameter in this way, and leaving only the control parameter which has the evaluation value which performed the evaluation and was excellent, although responsibility is inferior a little, it cannot be based on a road surface situation and aging, but can find out the optimal solution.

[0006] However, in spite of acquiring the control effectiveness of the level it can be satisfied with the control parameter used now of level enough since the new generation who always generated the new generation of a control parameter for every predetermined time, and generated must be evaluated when performing the attenuation force control of a suspension using such GA, in order to generate a new control parameter and to perform the evaluation, there was a problem which is not high. Moreover, in spite of having lowered the damping force essentially, judging from the excess and deficiency of a current damping force, also when evaluating by generating the new control parameter which raises a damping force, it was.

[0007] This invention is to offer the actuator control unit which is made in view of the technical

problem which the above-mentioned conventional technique has, can respond to an environmental variation or degradation with the passage of time, and sets up the optimal efficient control parameter, and can control various actuators, such as a suspension control actuator.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The evaluation means which carries out quantum evaluation of the quality of control at the time of the 1st invention using a control-parameter system and performing actuator control in order to attain the above-mentioned purpose, A modification means to change said control-parameter system into a new control-parameter system, In the actuator control unit which has a selection means to choose the control-parameter system which compares the evaluation value of the control-parameter system modification before and after modification, and has a better evaluation value When judged with control by the current control-parameter system being in predetermined tolerance with a control direction judging means to judge the direction which should control an actuator, and this control direction judging means It is characterized by having the control means which forbids the actuator control and evaluation using said new control-parameter system.

[0009] In order to attain the above-mentioned purpose, moreover, the 2nd invention The evaluation means which carries out quantum evaluation of the quality of control at the time of performing actuator control using a control-parameter system, A modification means to change said control-parameter system into a new control-parameter system, In the actuator control unit which has a selection means to choose the control-parameter system which compares the evaluation value of the control-parameter system modification before and after modification, and has a better evaluation value The direction of a control direction judging means to judge the direction which should control an actuator, and said new control of a control parameter When not in agreement with the direction of the control judged with said control direction judging means, it is characterized by having the control means which forbids the actuator control and evaluation which used said new control-parameter system.

[0010] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, 3rd invention is characterized by said control means controlling said modification means to change said new control parameter into a still newer control-parameter system in the 2nd invention.

[0011] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, in the 1st, 2nd, or 3rd invention, said actuator of the 4th invention is an actuator for suspension attenuation force controls of a car, and said control-parameter system is characterized by being a damping coefficient.

[0012] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, 5th invention is characterized by said control direction judging means judging the direction of control in the 4th invention based on the energy spectrum of the spring top acceleration of a suspension.

[0013] Moreover, in order to attain the above-mentioned purpose, 6th invention is characterized by said evaluation means evaluating a quality in the 4th invention based on the integral value of the spring top acceleration of a suspension.

[0014] In order to attain the above-mentioned purpose, furthermore, the 7th invention The evaluation means which carries out quantum evaluation of the quality of control at the time of performing actuator control using a control-parameter system, A modification means to change said control-parameter system into a new control-parameter system, In the actuator control unit which has a selection means to choose the control-parameter system which compares the evaluation value of the control-parameter system modification before and after modification, and has a better evaluation value When it judges that the evaluation value of a current control-parameter system is in predetermined tolerance, it is characterized by having the control means which forbids the actuator control and evaluation which used said new control-parameter system.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0016] The block diagram of this operation gestalt is shown in drawing 1 . The shock absorber 10 of a damping-force adjustable type is constituted including the piston 12 and the body 14, and is changed from it being hard in multistage (damping-force size) to software (damping-force smallness) by the actuator 16 for control fixed to the car body. An actuator 16 is the rate  $Z_d$  of the vertical direction on the spring detected by the spring top rate detector 18 by setting a skyhook damping

coefficient to C. And relative velocity  $Y_d$  of the vertical direction between the spring top detected by the relative-velocity detector 20, and the bottom of a spring It is based and real damping coefficient  $C^*$  of a shock absorber 10 is  $C \cdot Z_d / Y_d$ . It is controlled by the control means 22 to become. A control means 22 is constituted including GA controller and memory, it judges the direction which should control an actuator while it performs the below-mentioned new generation generation, evaluation, and selection with GA controller, and it stores a population in memory. GA controller specifically consists of ROMs, RAM, input/output interfaces, etc. which stored CPU, GA program, and the control direction judging program. In addition, the spring top rate detector 18 computes a rate by carrying out time quadrature of the spring top acceleration detected with the spring top acceleration detector 24. Moreover, the spring top acceleration itself is supplied to a control means 22, and it is used for judgment processing of the control direction so that it may mention later.

[0017] An example of the population which is used for drawing 2 in this operation gestalt, and is stored in memory is shown. An each object, i.e., a control-parameter system, consists of control parameters of an individual called CS,  $C_1$ ,  $C_2$ , ...,  $C_n$  ( $n+1$ ), CS is a skyhook damping coefficient, and  $C_1$ ,  $C_2$ , ...,  $C_n$  are the damping coefficients of each stage of an absorber.  $C^* = CS \cdot Z_d / Y_d$  It is the configuration which chooses from  $C_1$ ,  $C_2$ , ...,  $C_n$  the damping coefficient which asks for a real damping coefficient and agrees most in this real damping coefficient, and controls it. Each damping coefficient is expressed by 8 bits by this operation gestalt, and a damping force is in smallest software mode, and  $C_1$  becomes the hard mode in which a damping force increases as it becomes  $C_2$ ,  $C_3$ , and .. Such dozens of populations are prepared and a new generation's control-parameter system is suitably generated decussation or by carrying out mutation in these individuals. In addition, the evaluation value is given to the each object, respectively, and the evaluation value is stored in memory by the set with each control parameter of an individual.

[0018] The processing flow chart of a control means 22 is shown in drawing 3. First, while once making the last evaluation result Res (it mentions later about an evaluation operation and an evaluation result) into this evaluation result as initial setting (S101), a timer is reset to 0 (S102). Next, skyhook control is actually performed using a certain control-parameter system (S103). That is, a certain control-parameter system (CS,  $C_1$ ,  $C_2$ , ...,  $C_n$ ) is used, and they are  $C^* = CS \cdot Z_d / Y_d$  first. Real damping coefficient  $C^*$  required of an absorber is computed, the damping coefficient nearest to this real damping coefficient  $C^*$  is chosen from  $C_1$ , ...,  $C_n$ , and an actuator 16 is driven. And while such skyhook control is performed, a control means 22 performs the control direction judging program stored in ROM. This control direction judging program is performed based on the energy spectrum of spring top acceleration (S104).

[0019] The energy spectrum of spring top acceleration and the relation of a damping force are shown in drawing 9. In drawing, an axis of abscissa expresses a frequency and the axis of ordinate expresses the power spectrum density (PSD) of spring top acceleration. Moreover, a drawing solid line is PSD when the damping force of an absorber is small, and an alternate long and short dash line is PSD when the damping force of an absorber is large. When a damping force is large, it is near the spring top resonance point [0.2-2Hz]. The power of a frequency band falls and it is [2-8Hz]. The power of a frequency band increases. On the other hand, when a damping force is small, it is [0.2-2Hz]. The power of a frequency band increases and it is [2-8Hz]. Power decreases. Thus, since a power spectrum changes with the size of a damping force, with this operation gestalt, it judges whether the damping force of current control is insufficient, or a damping force is superfluous by detecting a power spectrum and judging the size of the power of a specific frequency band paying attention to this fact. In addition, in drawing 9, although the frequency shows PSD to 20Hz, in 20Hz or more, PSD will change not with the size of a damping force but with the change frequency of the damping coefficient of an absorber a lot. The situation of PSD with a frequency of 20Hz or more is shown in drawing 10, and alternate long and short dash lines are few cases of change frequency in the case where change frequency has many drawing solid lines. In changing a damping coefficient frequently, it turns out that power increases in a frequency domain 20Hz or more. So, with this operation gestalt, in order to realize a more comfortable degree of comfort, the size of power 20Hz or more was also judged, and the direction of control is determined. However, and it is performed after the 0.2-8Hz judgment of power. [ the judgment of this power 20Hz or more ] [ 2nd ]

[0020] If processing which calculates drawing 3 for return, and calculates PSD again in order to

judge the direction of control as mentioned above is performed (S104), it will shift to the individual used next now, i.e., evaluation data processing which performs evaluation of a control-parameter system, (S105). This evaluation operation is processing indispensable to GA, and is for judging whether that individual is excellent. although this evaluation operation can be performed by various approaches, with this operation gestalt, the integral value of spring top acceleration predetermined within a time is estimating. That is, suppose that control is excellent, so that this integral value is small. In order to perform these frequency analyses and an evaluation operation, a timer is carried forward (S106), and if sampling-time  $C_{\text{sm}}p$  (for example, about 10 seconds [ Since it asks to 0.2Hz - 50Hz ]) required to calculate PSD passes (S107), a control means 22 is stored in memory by setting to Res the evaluation value of the current individual for which it asked. And total of the total energy of PSD is computed (S108), and it asks for the rate of each frequency band using total of this total energy further (S109).

[0021] The processing which asks for total of total energy is shown in drawing 11 , and it can ask for Total sigma according to the integral of PSD to the frequency of 0.2Hz - 50Hz. The shadow area in drawing is total. Moreover, the processing which asks for the rate of each frequency band is shown in drawing 12 , and it is a frequency [0.2-2Hz]. They are beta and a frequency [20-50Hz] about alpha and the integral value of the energy of a frequency [2-8Hz] in the integral value of energy. If the integral value of energy is set to gamma, it can ask for the rate of each frequency band by breaking each by the total sigma of total energy. With this operation gestalt, these rates are set to A (=  $\alpha/\sigma$ ), B (=  $\beta/\sigma$ ), and C (=  $\gamma/\sigma$ ), respectively.

[0022] Thus, after asking for the rate of each frequency band, GA controller of a control means 22 shifts to individual deletion processing (S110). This individual deletion processing is processing which leaves alternatively only the individual which has the evaluation result of deleting the bad individual of an evaluation result from a population, and having excelled.

[0023] The flow chart of this individual deletion processing is shown in drawing 4 . First, the value of Flag flag judges whether it is 1 (S201). Flag=1 is given, when it is judged with agreeing in the current control direction so that this flag flag may be for identifying and may mention later whether it has agreed in the control direction current in the generated new generation control-parameter system. Therefore, in [ whose flag is not 1 ] being specifically flag=0, since a new generation does not improve control, he deletes a new generation (S203). Moreover, since this new generation's evaluation result of an operation is already called for by S105 when it is flag=1, the size comparison of the evaluation value of the individual of the population stored in memory and this new generation is performed, and what has a controllability largest the integral value of spring top acceleration and bad is deleted most greatly [ an evaluation value ] (S202). By this, only the population which was excellent in evaluation will be left behind to memory.

[0024] After individual deletion processing is completed as mentioned above, it generates using GA continuously (S111)., a new generation's individual, i.e., new control-parameter system This new generation generation is generated by what is made for the population which has the outstanding evaluation value stored in memory to cross mutually (or mutation is carried out). Here, decussation means C1 of for example, the individual A being [ C2 ] (00000110) in (00000010), C1 of Individual B setting C1 of a new generation's individual to C1 (00000010) of Individual A by (00000011), when C2 is (00000101), and setting C2 to C2 (00000101) of Individual B. [ 8-bit ]

[0025] Termination of generation of the new generation by GA performs judgment processing of the evolution direction next (S112). Judgment processing of this evolution direction judges whether the new generation newly generated in the rate of each frequency band for which it asked by S109, i.e., the direction which should be controlled, has agreed. The detail flowchart of this evolution direction judging processing is shown in drawing 5 , drawing 6 , drawing 7 , and drawing 8 . First, it sets to drawing 5 and is a frequency [0.2-2Hz]. The size comparison with the rate A that it can set, and predetermined threshold  $CA_{\text{max}}$  is performed (S301). This threshold  $CA_{\text{max}}$  is the rate of the power for judging with attenuation lack of ability, and when larger than this threshold, the present control is judged to be attenuation lack of ability (please refer to drawing 9 ). When judged with  $A > CA_{\text{max}}$ , it is a frequency [2-8Hz] next. The size comparison with the rate B that it can set, and predetermined threshold  $CB_{\text{max}}$  is performed (S304). It is the rate of the power for judging with the damping force of this threshold  $CB_{\text{max}}$  being superfluous, and when larger than this threshold, it is judged with the



damping force of the present control being superfluous (refer to drawing 9 ). Therefore, in  $B < CB_{max}$ , it judges that a damping force is insufficient too, and the size comparison of a value which added the predetermined value  $C_{res}$  to the current evaluation result  $Res$  and the last evaluation result  $Res_{old}$  next is performed (S305). This judgment is for judging whether it has the controllability which the present individual can satisfy enough, and when the evaluation value of the present individual is greatly judged as control being bad in the present individual, it shifts to the processing which judges that control of the present [ control means / 22 ] must control in the direction which enlarges a damping force, and shows it to drawing 6 .

[0026] On the other hand, when it judges that the direction which should control NO, i.e., an actuator, by one processing of S301, S304, and S305 is not a direction which enlarges a damping force, it judges whether a damping force is superfluous using threshold  $CB_{max}$  mentioned above next (S302). In being  $B > CB_{max}$ , since it is possible, it judges whether next it is  $A < CA_{max}$  with a superfluous damping force (S306). In being  $A < CA_{max}$ , since it can judge that it is superfluous, surely by the current damping force, a current evaluation value judges whether it is bad across tolerance still like S305 (S307). In the present individual, when it judges that evaluation is bad across tolerance, a control means 22 shifts to the processing which judges that must control the present damping force in the direction made small, and is shown in drawing 7 .

[0027] on the other hand -- attenuation lack of ability -- even when -- the case where the current evaluation value which is not superfluous, either is in tolerance -- all -- processing of S303 -- shifting -- here -- frequency [20-50Hz] The size comparison of a rate  $C$  and predetermined threshold  $CC_{max}$  is performed. This threshold  $CC_{max}$  shifts to the processing which is the rate of the power for judging, changes, is judged as there being much frequency when larger than this threshold (refer to drawing 10 ), and shows drawing 8 whether there to be or much change frequency of a damping coefficient is few. Moreover, when judged with frequency being small, this evolution direction judging processing is ended as it is, it shifts to the processing of S113 in drawing 3 , and flag is set to 0. It is because it means that it is not that to which a new generation improves control, and the result which can be satisfied with control by the current individual of this enough is obtained, as mentioned above, and this  $flag=0$  does not need to dare try a new generation. Therefore, when it is set up with  $flag=0$  and processes S101 shift again, it will continue not using the new generation generated by S111 but using a current individual, and the skyhook control in S103 will perform an attenuation force control.

[0028] It changes, although a damping force is the neither more nor less when judged with it having to be in the direction in which it is judged with a damping force being superfluous, and control lowers a damping force when judged with it having to be the direction to which it is judged with attenuation lack of ability, and control raises a damping force hereafter ( drawing 6 ) ( drawing 7 ), when judged with there being too much frequency ( drawing 8 ), it divides, and these processings are explained.

[0029] Drawing 6 is the processing flow chart of the direction which raises a damping force. First, a control means 22 checks, individual, i.e., control-parameter system, of the new generation generated by S111, and this new generation judges that it is tended whether to raise a damping force (S401). This judgment can be judged with the value of the damping coefficients  $C_1, \dots, C_n$  of each stage a new generation's individual. For example, suppose that  $C_1$  and  $C_2$  were actually used among the damping coefficients of a current individual. Then, a control means 22 checks the value of  $C_1$  and  $C_2$  among the control parameters of a new generation's individual, and judges whether these values are decreasing. Since the rate that a more hard damping coefficient is chosen increases when these values are decreasing, it can judge [ tending to raise a damping force more as a new generation's individual as a result, and ]. Thus, when a new generation is judged [ tending to raise a damping force and ], since this new generation will be a desirable new generation for improving control, he sets each control parameter as this new generation (S402), and sets flag to 1 (S403). Therefore, next skyhook control will be performed in this new generation. On the other hand, when a new generation is judged as there being nothing in the direction which raises a damping force, since this new generation is not in agreement with the direction of control, he is not employed, but he returns to processing of S111 again, and regenerates a new new generation. Even when not in agreement with the direction of the control for which the direction of a new generation's control is needed now by

this, it can forbid trying and evaluating this new generation.

[0030] Drawing 7 is the processing flow chart of the direction which lowers a damping force. First, a control means 22 checks, individual, i.e., control-parameter system, of the new generation generated by S111, and this new generation judges that it is tended whether to lower a damping force (S501). This judgment can also be judged with the value of the damping coefficients  $C_1, \dots, C_n$  of each stage a new generation's individual. For example, suppose that  $C_1$  and  $C_2$  were actually used among the damping coefficients of a current individual. Then, a control means 22 checks the value of  $C_1$  and  $C_2$  among the control parameters of a new generation's individual, and judges whether these values are increasing. Since the rate that a softer damping coefficient is chosen increases when these values are increasing, it can judge [tending to lower a damping force more as a new generation's individual as a result, and]. Thus, when a new generation is judged [tending to lower a damping force and], since this new generation will be a desirable new generation for improving control, he sets each control parameter as this new generation (S502), and sets flag to 1 (S503). Therefore, next skyhook control will be performed in this new generation. On the other hand, when a new generation is judged as there being nothing in the direction which lowers a damping force, since this new generation is not in agreement with the direction of control, he is not employed, but he returns to processing of S111 again, and regenerates a new new generation. Even when not in agreement with the direction of the control for which the direction of a new generation's control is needed now by this, it can forbid trying and evaluating this new generation.

[0031] Drawing 8 is the processing flow chart of the direction which lessens change frequency. First, it judges that a control means 22 checks, individual, i.e., control-parameter system, of the new generation generated by S111, this new generation changes, and it is tended whether to decrease frequency or not (S601). This judgment can be performed with the value of a new generation's damping coefficient  $CS$ . That is, since it functions as  $C^*=CS$  and  $Zd/Yd$  showing this damping coefficient as gain, it will change, so that this value is large, and frequency will increase. Therefore, when a new generation's damping coefficient  $CS$  is decreasing compared with a current damping coefficient, a new generation can judge [tending to lessen change frequency and]. Thus, when a new generation is judged [tending to lessen the frequency of a change of a damping coefficient, and], each control parameter is set as this new generation (S602), and flag is set to 1 (S603). Therefore, next skyhook control will be performed in this new generation, and that evaluation operation will be made. When judged with there being nothing in the direction which a new generation changes and lessens frequency on the other hand, it returns to processing of S111 again, and a new new generation is regenerated.

[0032] Thus, with this operation gestalt, the excess and deficiency of a damping force are judged based on the power spectrum of spring top acceleration, and since the new generation who tries that this power spectrum should be set as a desired spectrum is sorted out beforehand, it can prevent certainly trying the new generation who does not become improving a controllability. Moreover, since a new generation is not tried also when judged with a current controllability being in tolerance, judging from the evaluation value, effectiveness of a controllability is not reduced superfluously.

[0033] In addition, although this operation gestalt explained taking the case of the actuator for the suspension attenuation force controls of a car especially The point of this invention judges whether it is a thing desirable [before trying the new generation who generated] although the new generation improves a controllability, and in not being desirable, forbid trial and evaluation, And since it is in forbidding trial and evaluation of a new generation also when a current controllability is in tolerance, it cannot be overemphasized that it is applicable to the actuator of arbitration within the limits of the summary of this invention.

[0034]

[Effect of the Invention] It can respond to various environments and degradation with the passage of time, without reducing control effectiveness, since a new control-parameter system is used only when it controls by this invention uniformly using a new control-parameter system, and the evaluation is not performed but it is considered the need by current control, as explained above.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view of the population of this operation gestalt.

[Drawing 3] It is this whole operation gestalt processing flow chart.

[Drawing 4] It is the detail flowchart of the individual deletion processing in drawing 3.

[Drawing 5] It is the detail flowchart of judgment processing of the evolution direction in drawing 3.

[Drawing 6] It is a processing flow chart in the case of attenuation lack of ability.

[Drawing 7] It is a processing flow chart when a damping force is superfluous.

[Drawing 8] It is a processing flow chart when there is much change frequency.

[Drawing 9] It is the graphical representation showing the relation between a damping force and PSD.

[Drawing 10] It is the graphical representation showing the relation between change frequency and PSD.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing total of total energy.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the rate of each frequency band.

[Description of Notations]

10 A shock absorber, 16 An actuator, 22 Control means.

---

[Translation done.]

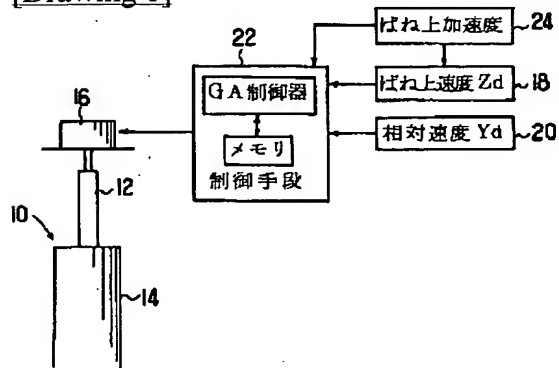
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

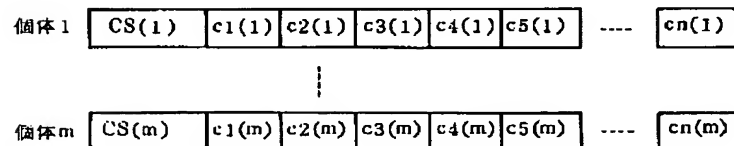
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

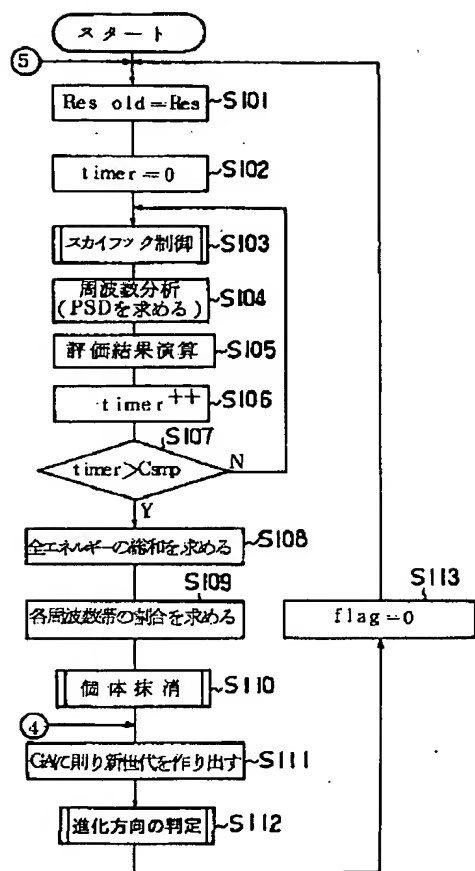
[Drawing 1]



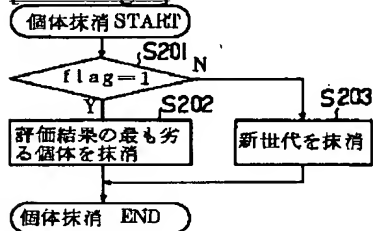
[Drawing 2]



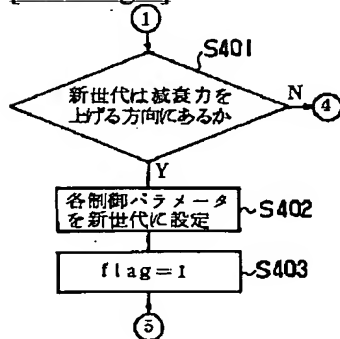
[Drawing 3]



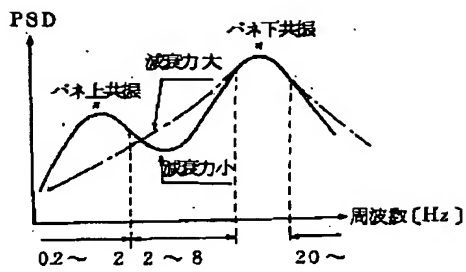
[Drawing 4]



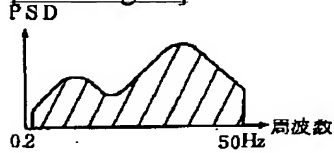
[Drawing 6]



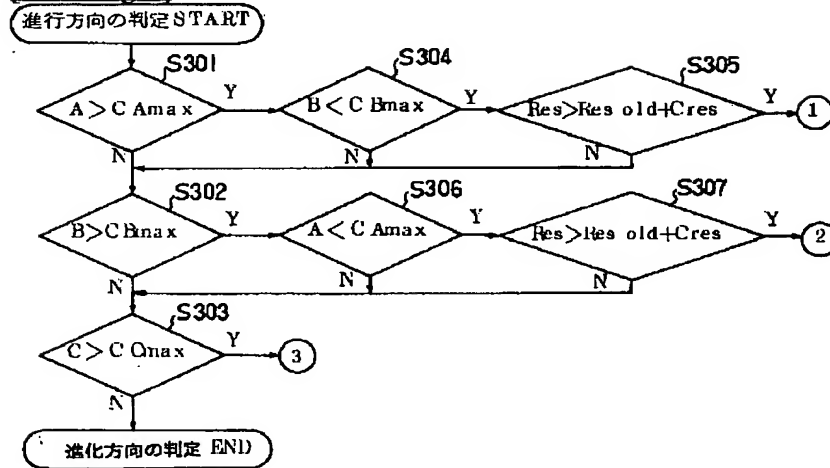
[Drawing 9]



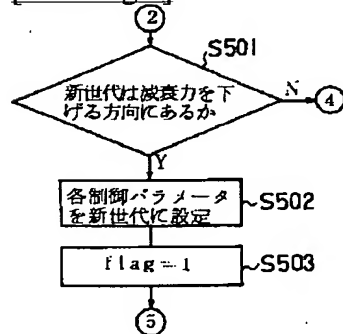
[Drawing 11]



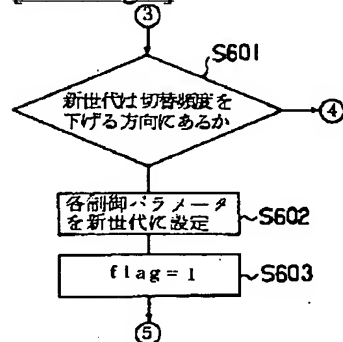
[Drawing 5]



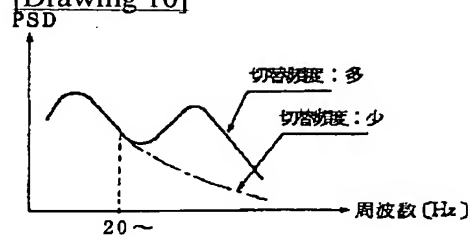
[Drawing 7]



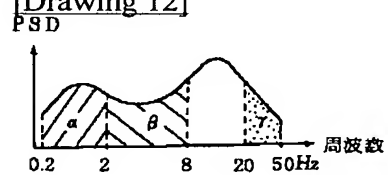
[Drawing 8]



[Drawing 10]



[Drawing 12]



[Translation done.]